

*bab 6*

---

**TABURAN, KEPELBAGAIAN DAN  
TAKSONOMI FITOPLANKTON**

## TABURAN, KEPELBAGAIAN DAN TAKSONOMI FITOPLANKTON

---

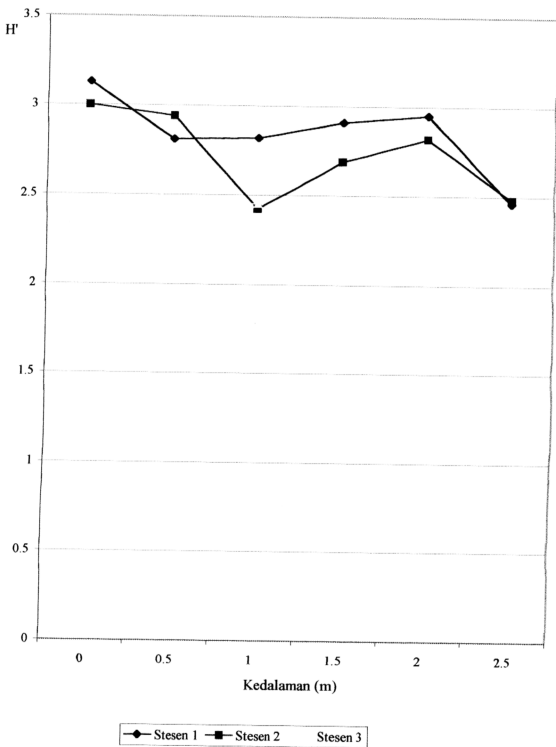
### 6.1 Kajian taburan, kepelbagaian dan taksonomi fitoplankton

#### 6.1.1 Diversiti fitoplankton

Di Taman Tasik Shah Alam, terdapat empat divisi utama fitoplankton iaitu Bacillariophyta, Chlorophyta, Pyrrophyta dan Cyanobacteria [Jadual 6.1]. Secara keseluruhan, terdapat sebanyak 44 spesies daripada 24 genus telah direkodkan di mana 24 spesies daripada divisi Bacillariophyta, 16 spesies daripada divisi Chlorophyta, 2 spesies daripada divisi Pyrrophyta dan 2 spesies daripada divisi Cyanobacteria. Taburan populasi setiap spesies fitoplankton daripada divisi yang berlainan mengikut paras kedalaman yang berbeza telah direkodkan [Jadual 6.2].

Indeks kepelbagaian Shannon-Weiner digunakan di dalam penentuan diversiti spesies yang hadir di stesen-stesen kajian secara taburan vertikal dan spatial [Rajah 6.1]. Adalah didapati bahawa diversiti spesies yang tertinggi adalah di stesen 1 pada paras permukaan iaitu 3.13 dan diversiti spesies yang rendah adalah di stesen 3 pada kedalaman 1.5m iaitu 2.05. Diversiti spesies yang tinggi pada paras permukaan di stesen 1 adalah disumbangkan oleh 48% spesies fitoplankton daripada divisi Bacillariophyta (diatom), 48% spesies fitoplankton daripada divisi Chlorophyta dan 4% spesies fitoplankton daripada divisi Pyrrophyta [Rajah 6.2].





Rajah 6.1: Perbezaan nilai indeks Shannon-Weiner ( $H'$ ) dengan kedalaman untuk setiap stesen kajian

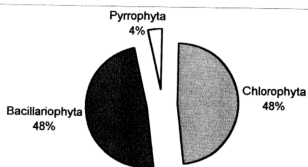
Jadual 6.1: Taburan populasi fitoplankton secara keseluruhan

Kedalaman (m)	Divisi	Genus	Spesies
0	Bacillariophyta	11	21
	Chlorophyta	7	13
	Cyanobacteria	1	1
	Pyrrophyta	1	1
0.5	Bacillariophyta	5	13
	Chlorophyta	9	14
	Cyanobacteria	0	0
	Pyrrophyta	2	2
1.0	Bacillariophyta	8	15
	Chlorophyta	7	11
	Cyanobacteria	1	1
	Pyrrophyta	1	1
1.5	Bacillariophyta	6	13
	Chlorophyta	6	8
	Cyanobacteria	1	1
	Pyrrophyta	1	1
2.0	Bacillariophyta	8	18
	Chlorophyta	5	9
	Cyanobacteria	1	1
	Pyrrophyta	1	1
2.5	Bacillariophyta	9	10
	Chlorophyta	5	9
	Cyanobacteria	1	1
	Pyrrophyta	1	1

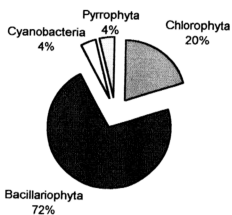
Jadual 6.2: Taburan populasi fitoplankton bagi setiap stesen kajian

Kedalaman (m)	Lokasi Divisi	Stesen 1		Stesen 2		Stesen 3	
		Genus	Spesies	Genus	Spesies	Genus	Spesies
0	Bacillariophyta	6	13	11	18	6	11
	Chlorophyta	7	13	4	5	3	5
	Cyanobacteria	0	0	1	1	1	1
	Pyrrophyta	1	1	1	1	0	0
0.5	Bacillariophyta	4	6	5	12	3	6
	Chlorophyta	7	11	8	11	5	6
	Cyanobacteria	0	0	0	0	0	0
	Pyrrophyta	2	2	1	1	0	0
1.0	Bacillariophyta	5	9	5	10	4	7
	Chlorophyta	5	9	5	9	4	4
	Cyanobacteria	1	1	0	0	1	1
	Pyrrophyta	1	1	1	1	0	0
1.5	Bacillariophyta	5	10	6	12	2	4
	Chlorophyta	5	6	4	5	2	3
	Cyanobacteria	0	0	0	0	1	1
	Pyrrophyta	1	1	1	1	0	0

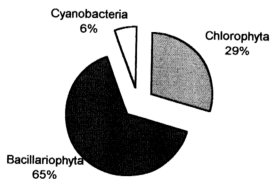
Kedalaman (m)	Lokasi Divisi	Stesen 1		Stesen 2		Stesen 3	
		Genus	Spesies	Genus	Spesies	Genus	Spesies
2.0	Bacillariophyta	8	16	6	11	3	8
	Chlorophyta	1	1	3	7	2	3
	Cyanobacteria	0	0	0	0	1	1
	Pyrrophyta	1	1	1	1	0	0
2.5	Bacillariophyta	5	5	5	6	3	6
	Chlorophyta	4	6	5	7	2	3
	Cyanobacteria	1	1	1	1	0	0
	Pyrrophyta	1	1	1	1	0	0



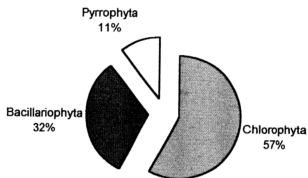
Rajah 6.2: Taburan divisi fitoplankton di stesen 1 pada paras permukaan



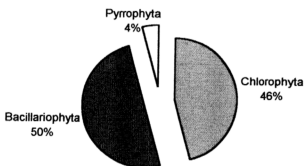
Rajah 6.3: Taburan divisi fitoplankton di stesen 2 pada paras permukaan



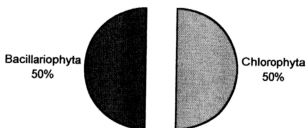
Rajah 6.4: Taburan divisi fitoplankton di stesen 3 pada paras permukaan



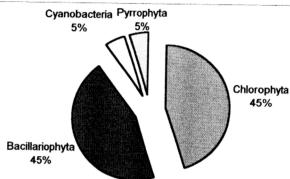
Rajah 6.5: Taburan divisi fitoplankton di stesen 1 pada kedalaman 0.5 meter



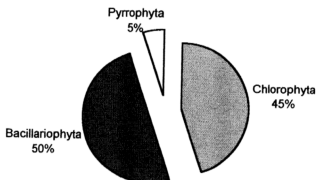
Rajah 6.6: Taburan divisi fitoplankton di stesen 2 pada kedalaman 0.5 meter



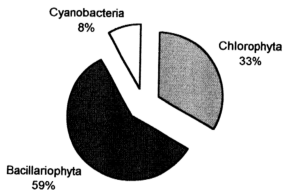
Rajah 6.7: Taburan divisi fitoplankton di stesen 3 pada kedalaman 0.5 meter



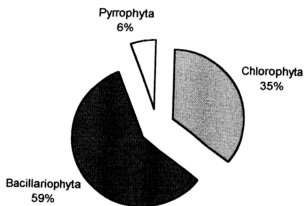
Rajah 6.8: Taburan divisi fitoplankton di stesen 1 pada kedalaman 1.0 meter



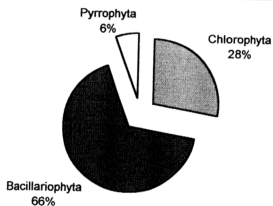
Rajah 6.9: Taburan divisi fitoplankton di stesen 2 pada kedalaman 1.0 meter



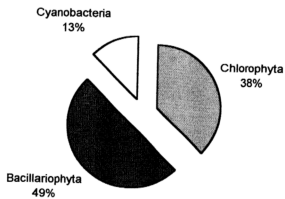
Rajah 6.10: Taburan divisi fitoplankton di stesen 3 pada kedalaman 1.0 meter



Rajah 6.11: Taburan divisi fitoplankton di stesen 1 pada kedalaman 1.5 meter

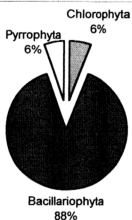


Rajah 6.12: Taburan divisi fitoplankton di stesen 2 pada kedalaman 1.5 meter

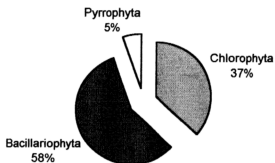


Rajah 6.13: Taburan divisi fitoplankton di stesen 3 pada kedalaman 1.5 meter

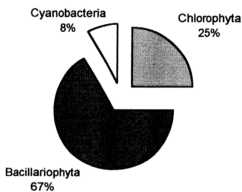




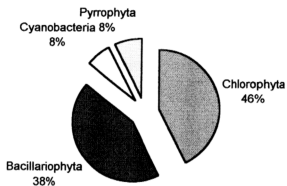
Rajah 6.14: Taburan divisi fitoplankton di stesen 1 pada kedalaman 2.0 meter



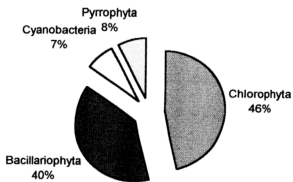
Rajah 6.15: Taburan divisi fitoplankton di stesen 2 pada kedalaman 2.0 meter



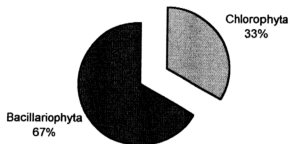
Rajah 6.16: Taburan divisi fitoplankton di stesen 3 pada kedalaman 2.0 meter



Rajah 6.17: Taburan divisi fitoplankton di stesen 1 pada kedalaman 2.5 meter



Rajah 6.18: Taburan divisi fitoplankton di stesen 2 pada kedalaman 2.5 meter



Rajah 6.19: Taburan divisi fitoplankton di stesen 3 pada kedalaman 2.5 meter

Menurut Lewis (1978), kepelbagaian spesies fitoplankton di kawasan tasik tropika adalah kurang daripada tasik temperat dengan purata bilangan genus di tasik sebanyak 36.3 dan purata bilangan genus di tasik tropika adalah 21.0. Lagipun, didapati bahawa taburan fitoplankton di mana-mana ekosistem amnya, tasik di tropika adalah seragam. Ini adalah kerana lebih kurang 79% daripada genus fitoplankton terdapat di hampir kesemua kawasan ini. Selain itu, 45% daripada genus fitoplankton tersebut ada juga di tasik temperat. Ini menunjukkan bahawa adanya sejumlah besar spesies fitoplankton yang bersifat kosmopolitan (Lewis, 1978; Payne, 1986).

Daripada rajah 6.2-6.19, didapati bahawa Bacillariophyta merupakan divisi fitoplankton yang dominan di tasik ini pada setiap paras kedalaman yang berbeza iaitu di antara 0.0-2.5m. Perbezaan di dalam taburan divisi fitoplankton tersebut adalah seperti yang telah diterangkan di dalam bab 4 dan bab 5 iaitu akibat faktor-faktor yang berkaitan dengan parameter fizikal, kimia serta kadar penenggelaman setiap spesies fitoplankton itu (Reynolds, 1982, 1984). Parameter fizikal yang telah dijalankan dan dikaitkan dengan taburan fitoplankton adalah keamatan cahaya, suhu air, pH, oksigen terlarut, konduktiviti air, TDS serta kekeruhan air. Parameter kimia yang turut dikaitkan merangkumi kepekatan fosfat, nitrat, silika, ferum, jumlah kealkalian dan klorofil *a*. Daripada kajian yang telah dijalankan dan penerangan terperinci di dalam bab 4 dan bab 5 mengenai kaitan di antara parameter fizikal dan kimia masing-masing dengan taburan fitoplankton dapat dirumuskan bahawa kesemua faktor-faktor tersebut diperlukan untuk pertumbuhan fitoplankton dan seterusnya ini mempengaruhi taburan fitoplankton di dalam suatu ekosistem. Walaupun, kedudukan stesen 1, 2 dan 3 berada

pada satu lingkungan tasik yang sama, adalah didapati bahawa taburan serta bilangan spesies fitoplankton adalah berbeza terutamanya dari segi taburan spatial di mana terdapat taburan yang padat di sesuatu stesen dan ada pula yang kurang padat serta taburan vertikal di mana bilangan spesies fitoplankton semakin kurang menghampiri dasar tasik. Biasanya, diversiti spesies fitoplankton di sistem air tawar tropika adalah berdasarkan kepada bilangan spesies fitoplankton yang terdapat di sesuatu kawasan. Sekiranya bilangan spesies adalah tinggi, maka, diversiti spesies pun tinggi (Payne, 1986)

Menurut Margalef (1968), diversiti spesies fitoplankton di kawasan air yang kaya dengan nutrien adalah rendah dan spesies fitoplankton yang dominan adalah beberapa spesies diatom daripada divisi Bacillariophyta. Diversiti spesies fitoplankton di kawasan air yang kekurangan nutrien adalah tinggi seperti yang dapat diperhatikan pada paras permukaan di stesen kajian [Rajah 6.2-6.4]. Kawasan kajian ini merupakan tasik rekreasi yang oligotrofik iaitu ia mengalami kepekatan nutrien yang rendah dan berada di dalam lingkungan julat yang ditetapkan dan selamat daripada pencemaran. Lagipun, spesies-spesies yang dominan di tasik ini merupakan penunjuk oligotrofik seperti spesies desmid daripada divisi Chlorophyta iaitu *Staurostrum pinnatum*, *Staurostrum punctulatum*, *Cosmarium tagmasterion* dan *Cosmarium lundelli* serta beberapa spesies diatom daripada divisi Bacillariophyta seperti *Navicula confervacea*, *Pinnularia burkii*, *Pinnularia tabellaria* dan *Surirella spiralis*. Pelbagai kajian yang dijalankan mendapati bahawa komposisi fitoplankton dan bilangan spesies berubah dengan peningkatan paras nutrien (LaZerte dan Watson, 1981; Smith 1990). Perubahan ini ada kaitan dengan perbezaan spesies tersebut di dalam pengambilan,

penyimpanan, tumbesaran dan kadar kehilangan nutrien (Kalff dan Knoechel, 1978; Reynolds, 1984). Di kawasan tasik temperat pula, didapati bahawa bilangan spesies fitoplankton meningkat selepas musim salji di mana tasik mengalami fasa percampuran air dan menurun di dalam fasa stratifikasi dengan terbentuknya zon termoklin (Moss, 1973).

### 6.1.2 Persamaan spesies

Indeks Kesamaan Sorenson (S) digunakan di dalam menentukan persamaan spesies fitoplankton dari segi komposisi spesies yang hadir di antara stesen-stesen kajian pada paras kedalaman yang berbeza [Lampiran 8]. Nilai S yang tinggi bererti bahawa peratus kesamaan spesies di antara dua stesen kajian adalah tinggi. Senarai nama-nama spesies fitoplankton di tasik tersebut pada setiap paras kedalaman terdapat di Lampiran 1.

Daripada jadual 6.3, adalah didapati bahawa, nilai Indeks Kesamaan Sorenson (S) yang paling tinggi adalah 0.867 di antara stesen 1 pada kedalaman 2.5m dan stesen 2 pada kedalaman 2.5m. Di antara spesies-spesies fitoplankton itu adalah desmid seperti *Staurostrum pinnatum*, *Staurostrum punctulatum* dan *Staurostrum tetracerum* serta alga hijau berfilamen iaitu *Stigeoclonium tenue* diikuti oleh spesies diatom seperti *Cymbella kolbei*, *Frustulia rhomboides*, *Navicula cancellata*, *Pinnularia burkii* dan *Stauroneis anceps* serta spesies alga biru-hijau iaitu *Merismopedia tenuissima* dan spesies dinoflagelat iaitu *Peridinium anglicum*. Persamaan spesies yang tinggi ini mungkin disebabkan oleh kedudukan stesen 1 dan stesen 2 yang berdekatan serta

A	-	0.776	0.776	0.625	0.531	0.558	0.63	0.808	0.840	0.681	0.766	0.605	0.591	0.400	0.400	0.278	0.324	0.378
B		-	0.762	0.634	0.381	0.556	0.468	0.800	0.744	0.600	0.800	0.556	0.541	0.364	0.364	0.207	0.333	0.267
C			-	0.634	0.524	0.667	0.596	0.711	0.744	0.700	0.800	0.667	0.595	0.364	0.424	0.207	0.400	0.267
D				-	0.683	0.629	0.522	0.591	0.667	0.821	0.308	0.629	0.500	0.375	0.375	0.214	0.345	0.276
E					-	0.444	0.596	0.533	0.465	0.650	0.500	0.444	0.432	0.242	0.303	0.200	0.267	0.267
F						-	0.390	0.462	0.541	0.588	0.529	0.867	0.452	0.370	0.370	0.261	0.417	0.250
G							-	0.680	0.625	0.667	0.578	0.390	0.524	0.263	0.421	0.235	0.286	0.343
H								-	0.826	0.744	0.791	0.513	0.650	0.500	0.444	0.375	0.424	0.485
I									-	0.732	0.780	0.595	0.632	0.412	0.471	0.267	0.452	0.388
J										-	0.474	0.647	0.629	0.452	0.516	0.370	0.357	0.500
K											-	0.588	0.629	0.387	0.516	0.296	0.357	0.357
L												-	0.452	0.370	0.370	0.261	0.417	0.250
M													-	0.714	0.786	0.500	0.640	0.560
N														-	0.750	0.700	0.667	0.762
O															-	0.600	0.667	0.667
P																-	0.706	0.824
Q																	-	0.667
R																		-

Petunjuk:

A: Stesen 1 (0m)  
B: Stesen 1 (0.5m)  
C: Stesen 1 (1.0m)  
D: Stesen 1 (1.5m)  
E: Stesen 1 (2.0m)  
F: Stesen 1 (2.5m)

G: Stesen 2 (0m)  
H: Stesen 2 (0.5m)  
I: Stesen 2 (1.0m)  
J: Stesen 2 (1.5m)  
K: Stesen 2 (2.0m)  
L: Stesen 2 (2.5m)

M: Stesen 3 (0m)  
N: Stesen 3 (0.5m)  
O: Stesen 3 (1.0m)  
P: Stesen 3 (1.5m)  
Q: Stesen 3 (2.0m)  
R: Stesen 3 (2.5m)

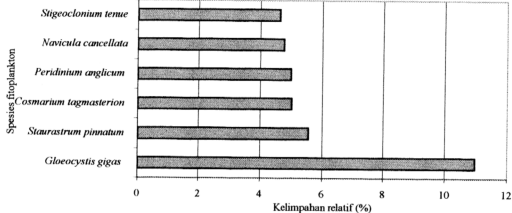
mempunyai faktor geografi dan geologi yang lebih kurang sama. Lantaran itu, didapati bahawa komposisi spesies fitoplankton adalah lebih kurang sama. Manakala, Indeks Kesamaan Sorenson (S) yang paling rendah adalah 0.200 di antara stesen 1 pada kedalaman 2.0m dan stesen 3 pada kedalaman 1.5m di mana spesies-spesies fitoplankton itu adalah spesies diatom seperti *Pinnularia burkii*, *Pinnularia tabellaria*, *Stauroneis anceps*, *Stauroneis smithii* Grun.var. *smithii* serta spesies dinoflagelat seperti *Peridinium anglicum*. Perbezaan parameter-parameter fizikal dan kimia di antara stesen-stesen kajian tersebut secara langsung mengubah komposisi spesies-spesies fitoplankton pada setiap paras kedalaman yang berbeza. Ini adalah disebabkan setiap spesies-spesies fitoplankton mempunyai sifat toleransi yang berbeza-beza terhadap sebarang perubahan di dalam suatu ekosistem itu.

### 6.1.3 Kedominanan spesies fitoplankton

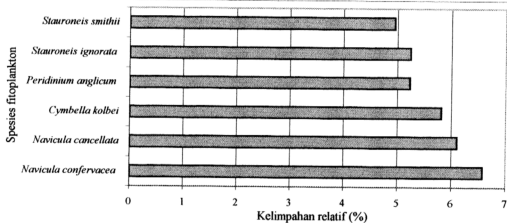
Bagi menggambarkan kedominanan spesies fitoplankton yang hadir di stesen-stesen kajian, ini adalah berdasarkan kepada nilai kelimpahan relatif spesies dengan menggunakan kaedah Thomas [Lampiran 8]. Daripada rajah 6.20-6.37, adalah didapati bahawa spesies-spesies fitoplankton yang dominan di setiap stesen kajian pada paras kedalaman 0-2.5m menunjukkan peratus kelimpahan relatif yang berbeza di antara satu sama lain secara taburan vertikal dan taburan spatial.

Pada setiap paras permukaan (kedalaman 0m) di tasik tersebut, didapati bahawa spesies-spesies dominan adalah desmid daripada divisi Chlorophyta seperti *Cosmarium tagmasterion*, *Cosmarium lundelli*, *Staurostrum pinnatum* dan *Staurostrum punctulatum*, spesies diatom daripada divisi Bacillariophyta seperti *Navicula cancellata*, *Navicula confervacea*, *Cymbella kolbei*, *Pinnularia burkii* dan *Pinnularia tabellaria* serta spesies dinoflagelat daripada divisi Pyrrophyta seperti *Peridinium anglicum* [Rajah 6.20-6.22]. Spesies-spesies tersebut dapat bertoleransi dengan kepekatan nutrien seperti fosfat, nitrat, ferum dan silika serta keamatan cahaya dan kelarutan oksigen yang mencukupi untuk pertumbuhan spesies-spesies fitoplankton itu. Kemampuan diatom dan dinoflagelat untuk terapung pada permukaan air adalah disebabkan oleh adanya sebatian penyimpanan di dalam bentuk minyak atau lipid yang ada di dalam sel diatom dan dinoflagelat. Sebatian tersebut adalah kurang tumpat daripada air dan ini akan meningkatkan pengapungan spesies tersebut (Payne, 1986). Kebanyakan spesies-spesies fitoplankton mempunyai mekanisme anti-

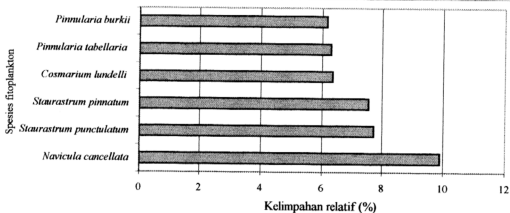




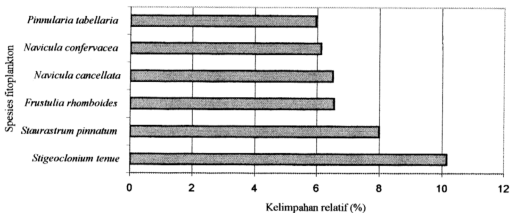
Rajah 6.20: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 1 pada paras permukaan



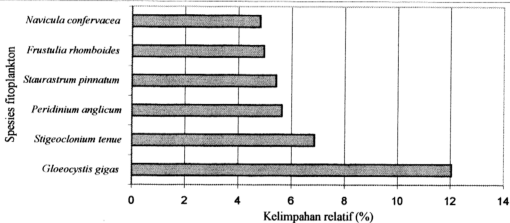
Rajah 6.21: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 2 pada paras permukaan



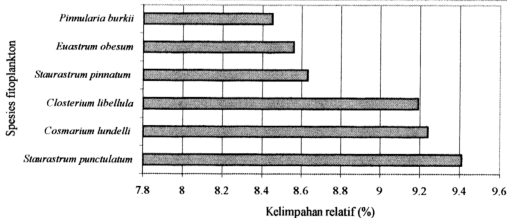
Rajah 6.22: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 3 pada paras permukaan



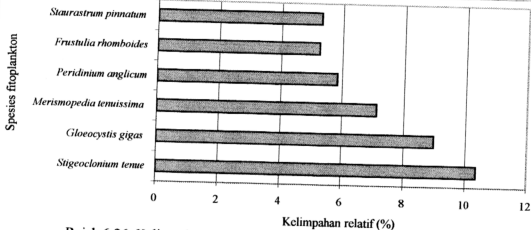
Rajah 6.23: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 1 pada kedalaman 0.5 meter



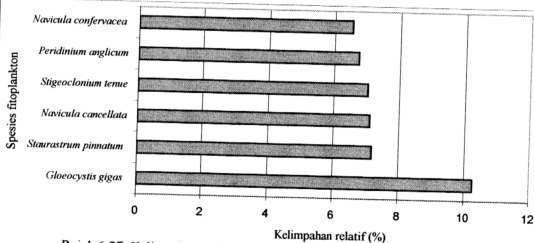
Rajah 6.24: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 2 pada kedalaman 0.5 meter



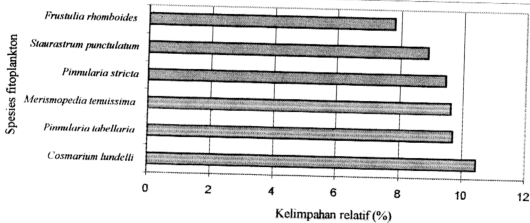
Rajah 6.25: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 3 pada kedalaman 0.5 meter



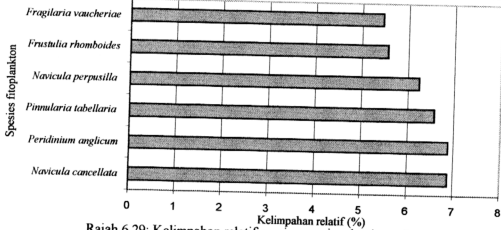
Rajah 6.26: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 1 pada kedalaman 1.0 meter



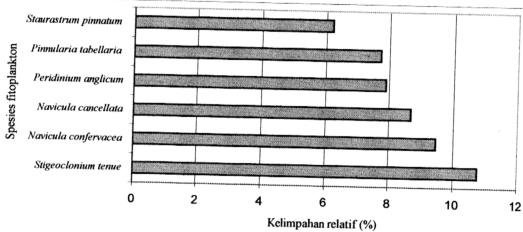
Rajah 6.27: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 2 pada kedalaman 1.0 meter



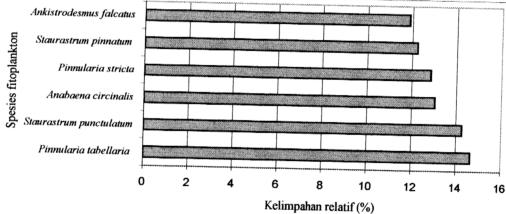
Rajah 6.28: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 3 pada kedalaman 1.0 meter



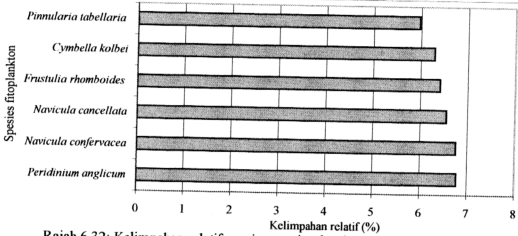
Rajah 6.29: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 1 pada kedalaman 1.5 meter



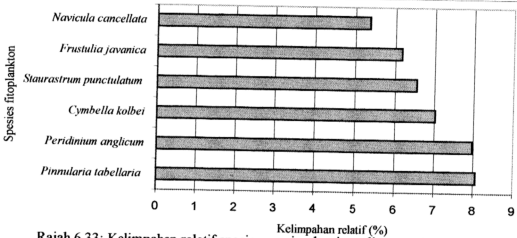
Rajah 6.30: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 2 pada kedalaman 1.5 meter



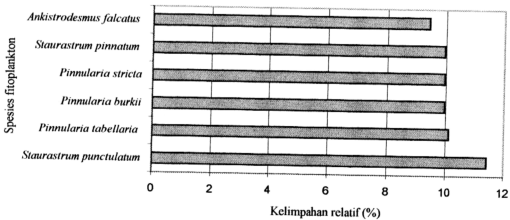
Rajah 6.31: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 3 pada kedalaman 1.5 meter



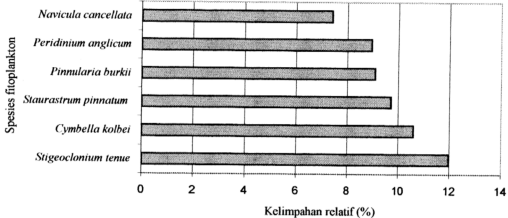
Rajah 6.32: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 1 pada kedalaman 2.0 meter



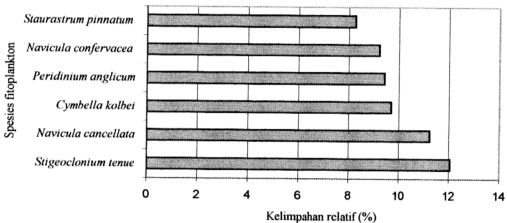
Rajah 6.33: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 2 pada kedalaman 2.0 meter



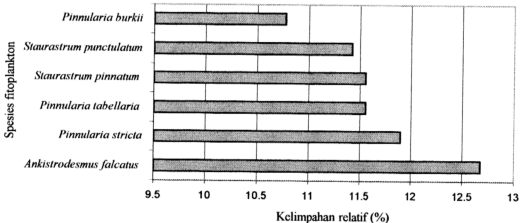
Rajah 6.34: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 3 pada kedalaman 2.0 meter



Rajah 6.35: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 1 pada kedalaman 2.5 meter



Rajah 6.36: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 2 pada kedalaman 2.5 meter



Rajah 6.37: Kelimpahan relatif spesies-spesies dominan di stesen 3 pada kedalaman 2.5 meter

penenggelaman yang boleh melambatkan kadar penenggelaman spesies tersebut ke dalam zon yang jauh daripada zon eufotik (Walsby dan Reynolds, 1980; Payne 1986). Kebanyakan spesies-spesies fitoplankton terutamanya spesies-spesies fitoplankton yang berkoloni daripada divisi Cyanobacteria, Bacillariophyta dan Chlorophyta melambatkan kadar penenggelaman dengan mempunyai nisbah keluasan permukaan kepada isipadu yang besar di dalam bentuk rantai atau reben seperti *Anabaena circinalis*, *Fragilaria lapponica* Grun. var. *lapponica*, *Fragilaria vaucheriae* Kuetzing, *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. var. *fenestrata* dan *Stigeoclonium tenue* serta spesies desmid dan dinoflagelat yang mempunyai unjuran seperti duri dan spina seperti *Cosmarium tagmasterion*, *Staurastrum pinnatum*, *Staurastrum punctulatum* *Scenedesmus quadricauda*, *Peridinium anglicum* dan *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Schrank.

Daripada rajah 6.20-6.37, dapat diperhatikan nilai kelimpahan relatif spesies-spesies fitoplankton di tasik kajian. Kepelbagaian di dalam spesies-spesies fitoplankton tersebut menunjukkan bahawa tasik ini adalah oligotrofik dan daripada nilai-nilai kepekatan nutrien, didapati bahawa tasik ini adalah bersih dan selamat daripada sebarang pencemaran. Daripada analisis korelasi di antara parameter fizikal dan kimia dengan bilangan fitoplankton, didapati adanya perkaitan di antara faktor alam sekitar tersebut di dalam mempengaruhi bilangan fitoplankton seterusnya menunjukkan corak taburan fitoplankton di dalam suatu ekosistem setiap spesies-spesies fitoplankton itu boleh menduduki setiap paras kedalaman yang berbeza-beza itu dan memberikan nilai kelimpahan relatif masing-masing. Walaupun kandungan

nutrien adalah banyak di bahagian bawah tasik tetapi proses fotosintesis oleh spesies-spesies fitoplankton adalah sukar dijalankan tetapi terdapat beberapa spesies yang boleh bertoleransi di dalam keadaan tersebut terutamanya spesies diatom yang lebih memerlukan silika untuk frustul selnya. Selain itu, frustul diatom merupakan sebahagian sedimen tasik dan silika merupakan faktor pengehad terhadap perkembangan diatom. Di antara spesies-spesies diatom yang dominan itu adalah *Cymbella kolbei*, *Navicula cancellata*, *Navicula confervacea*, *Pinnularia burkii* dan *Pinnularia stricta*. Daripada rajah 6.20-6.37, dapat diperhatikan bahawa nilai kelimpahan relatif spesies-spesies diatom itu semakin meningkat menghampiri ke dasar tasik. Menurut Lewis (1978), didapati bahawa spesies-spesies fitoplankton di kawasan tasik tropika adalah kurang daripada spesies fitoplankton di kawasan tasik temperat (Seruya dan Pollingher, 1983). Ini mungkin disebabkan kurangnya gangguan air di kawasan tasik tropika akibat oleh keadaan iklim tropika yang lebih stabil daripada iklim kawasan temperat yang mempunyai peredaran empat musim sepanjang tahun (Round, 1981; Payne, 1986). Ganf dan Horne (1975) telah menjelaskan bahawa taburan fitoplankton amnya secara vertikal (mengikut kedalaman) di kawasan tropika boleh berubah secara harian disebabkan adanya perubahan di dalam kepekatan nutrien, oksigen terlarut, pH, nilai konduktiviti air dan nilai TDS yang mempengaruhi di dalam taburan fitoplankton.

Secara amnya, faktor-faktor alam sekitar yang meliputi parameter kimia dan fizikal serta mekanisme fisiologi turut terlibat di dalam pengawalan pengapungan dan penenggelaman spesies-spesies fitoplankton memberikan suatu corak di dalam taburan spatial dan vertikal (Walsby dan Reynolds, 1980; Payne, 1986). Kita dapati bahawa



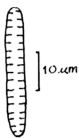
perkembangan dan pertumbuhan fitoplankton adalah terhad di zon eufotik yang kekurangan nutrien disebabkan fitoplankton memerlukan nutrien tersebut secara berterusan untuk menjalankan aktiviti-aktiviti biologi terutamanya proses fotosintesis pada zon ini. Secara tidak langsung, pembebasan gas oksigen tersebut meningkatkan nilai oksigen terlarut di zon ini dan semakin berkurangan apabila menuju ke dasar tasik.

Gambar rajah 6.1: Spesies-spesies diatom yang hadir di kawasan kajian

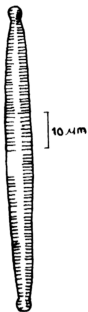
- 1 : *Eunotia sadetica* var. *inasa*
- 2 : *Fragilaria lapponica* Grun. var. *lapponica*
- 3 : *Fragilaria vaucheriae* Kuetzing
- 4 : *Synedra rumpens* var. *fragilarioides* Grun
- 5: *Synedra ulna* var. *danica* Grunow
- 6: *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. var. *fenestrata*
- 7: *Frustulia javanica* Hustedt
- 8: *Frustulia rhomboides* de Toni



1



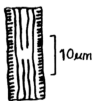
2



3



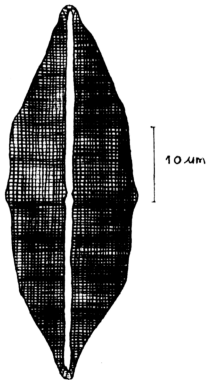
4



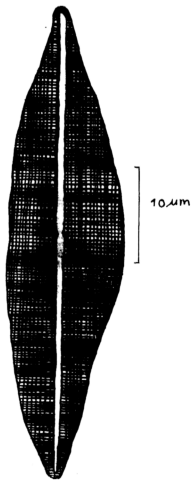
6



5



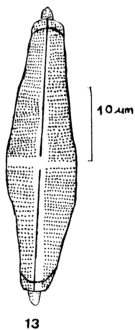
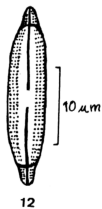
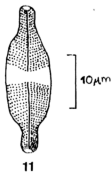
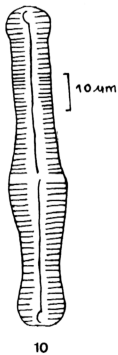
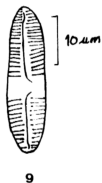
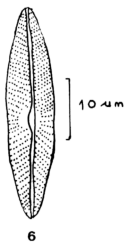
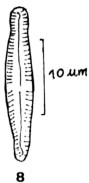
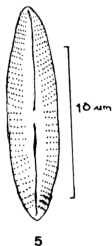
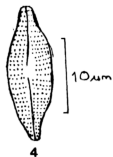
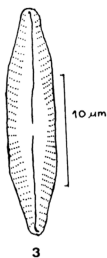
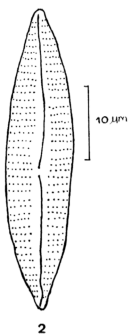
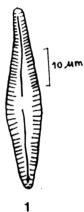
7



8

Gambar rajah 6.2: Spesies-spesies diatom yang hadir di kawasan kajian

- 1: *Gomphonema gracile* Ehrenberg
- 2: *Navicula cancellata* Donkin
- 3 : *Navicula confervacea* (Kütz.) Grun. var. *confervacea*
- 4 : *Navicula gregaria* Donk. var. *gregaria*
- 5: *Navicula minima* Grun. var. *minima*
- 6: *Navicula symmetrica* Patr. var. *symmetrica*
- 7: *Pinnularia braunii* (Grun.) Cl. var. *braunii*
- 8: *Pinnularia burkii* Patr. var. *burkii*
- 9: *Pinnularia stricta* Hustedt
- 10: *Pinnularia tabellaria* Ehrenberg
- 11: *Stauroneis anceps* var. *gothica* Cleve-Euler
- 12: *Stauroneis ignorata* Hust-var. *ignorata*
- 13: *Stauroneis smithii* Grun. var. *smithii*

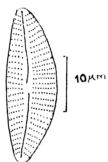


Gambar rajah 6.3: Spesies-spesies diatom yang hadir di kawasan kajian

1 : *Cymbella kolbei* Hustedt

2 : *Cymbella ventricosa* Kuetzing

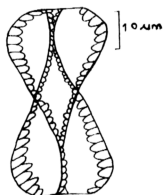
3 : *Surirella spiralis* Kuetzing



1



2



3

Gambar rajah 6.4: Spesies-spesies desmid yang hadir di kawasan kajian

1 : *Closterium diana*e Ehrenb.

2 : *Closterium libellula* Focke

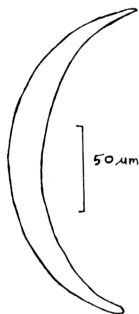
3 : *Cosmarium lundelli* var. *circular*e (Reinsch.) Krieg.

4: *Cosmarium tagmasterion* Scott & Prescott var. *africanum* n. var.

5: *Euastrum obesum* Josh.

6: *Euastrum sinosum* Ralfs.





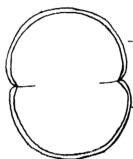
50  $\mu$ m

1



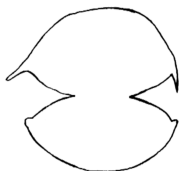
50  $\mu$ m

2



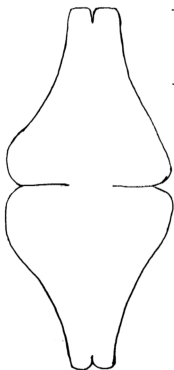
20  $\mu$ m

3



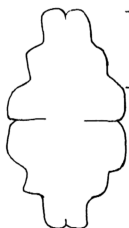
10  $\mu$ m

4



20  $\mu$ m

5



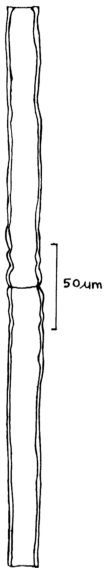
20  $\mu$ m

6

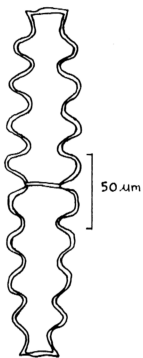
Gambar rajah 6.5: Spesies-spesies desmid yang hadir di kawasan kajian

1 : *Pleurotaenium ehrenbergii* (Breb.) De Bary

2 : *Pleurotaenium nodosum* var. *borgie*



1



2

Gambar rajah 6.6: Spesies-spesies desmid yang hadir di kawasan kajian

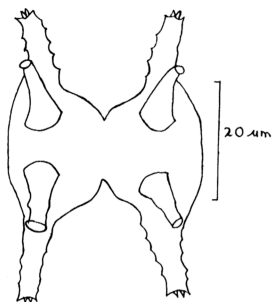
1: *Staurastrum pinnatum* var. *subpinnatum* (Schm.) W. & G. S.

West fa. *robustum* Krieg.

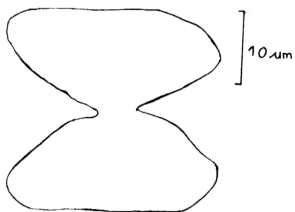
2: *Staurastrum punctulatum* Bréb.

3: *Staurastrum retusum* Turn. var. *punctulatum* Eich. et. Gutw.

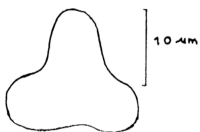
4: *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum*



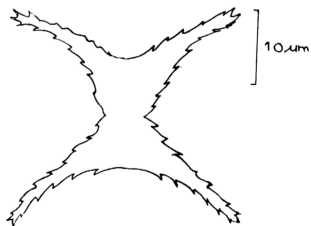
1



2



3



4

Gambar rajah 6.7: Spesies-spesies alga hijau berkoloni yang hadir  
di kawasan kajian

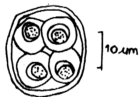
1: *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs.

2: *Gloeocystis gigas* (Kütz.) Lagerh.

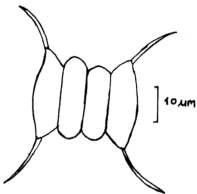
3: *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.



1



2

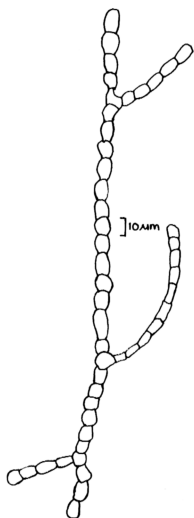


3

Gambar rajah 6.8: Spesies alga hijau berfilamen yang hadir di kawasan kajian

1: *Stigeoclonium tenue* (Ag.) Kütz.

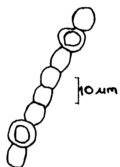




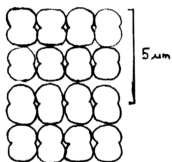
Gambar rajah 6.9: Spesies-spesies alga biru-hijau yang hadir di kawasan kajian

1: *Anabaena circinalis* (Kütz.) Rab.

2: *Merismopedia tenuissima* Meyen



1

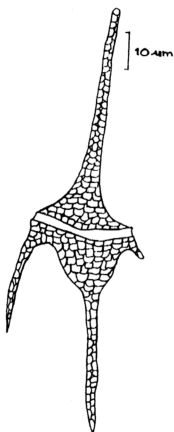


2

Gambar rajah 6.10: Spesies-spesies dinoflagelat yang hadir di kawasan kajian

1: *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Schrank

2: *Peridinium anglicum* Eddy



1



2

6.1.4 Kekunci fitoplankton

(Kekunci disediakan berdasarkan Hirano, 1956, 1957, 1960; Shamsudin, 1991; Salleh, 1996)

Kekunci divisi

- 1. Sel mempunyai pigmen klorofil *a*, klorofil *c*,  $\beta$ -karoten, xantofil dan peridinin. Kloroplas berwarna hijau kekuningan ke coklat gelap. Makanan simpanan di dalam bentuk kanji atau minyak.....Pyrrophyta
- 2. Sel mempunyai pigmen klorofil *a*, fikosianin, allofikosianin, fikoeritrin,  $\beta$ -karoten dan xantofil. Pigmen biru kehijauan disebarkan di keseluruhan sitoplasma dan tidak berada di dalam plastid. Tidak mempunyai membran nukleus. Makanan simpanan di dalam bentuk sianofisin dan poliglukosa.....Cyanobacteria
- 3. Sel mempunyai pigmen klorofil *a*, klorofil *b*,  $\alpha$  dan  $\beta$ -karoten dan beberapa xantofil. Ini memberikan warna hijau, kuning-hijau, kuning atau perang. Kloroplas dan nukleus adalah jelas. Makanan simpanan di dalam bentuk kanji.....Chlorophyta
- 4. Sel mempunyai pigmen klorofil *a*, klorofil *c*, xantofil dan fukoxantin. Ini memberikan warna hijau kekuningan ke coklat keemasan. Dinding sel terdiri daripada dua bahagian berasingan yang bertindan dan mengandungi silika. Makanan simpanan di dalam bentuk minyak dan krisolaminarin.....Bacillariophyta

CYANOBACTERIA DAN PYRROPHYTA

Kekunci genus dan spesies

- 1
  - (a) Sel berkumpul bersama dalam bentuk filamen atau koloni, kadang-kadang dapat dilihat dengan mata kasar.....2
  - (b) Sel terasing; tidak seragam susunannya; memerlukan mikroskop untuk menentukan morfologi amnya.....3
- 2
  - (a) Sel-sel dalam bentuk filamen yang berpintal atau berlingkar; selalu membentuk gumpalan; heterosis berbentuk sfera.....*Anabaena circinalis*

*Anabaena circinalis* mempunyai diameter sel 8-14 $\mu$ m. Sel berbentuk sfera tetapi menjadi leper apabila disentuh. Biasa didapati di dalam tasik air liat.

- (b) Sel-sel tersusun dalam siri segi empat bujur (selalunya 4 sel dalam satu kumpulan) dalam ceper setebal satu sel; sel membentuk koloni; tidak epifit.....*Merismopedia tenuissima*

*Merismopedia tenuissima* berwarna hijau pucat, panjang 6-10µm dan biasanya dijumpai di dalam habitat yang diduduki oleh desmid.

- 3 (a) Sel dengan tanduk anterior yang panjang dan ada dua atau tiga tanduk posterior; ada dua flagelum iaitu satu di dalam alur membujur dan satu lagi di dalam alur melintang; dinding sel berlapis dengan beberapa piring.....*Ceratium hirundinella*

*Ceratium hirundinella* berwarna perang dengan unjuran tanduk dari badan utama. Sel tiada sisik berbulu kasar. Taburan luas dan kadang-kadang dominan dalam plankton.

- (b) Sel berbentuk romboid; dorsiventral rata sedikit; tiada tanduk anterior dan posterior; ada dua flagelum; dinding sel tebal; cakera di dinding dipisahkan oleh sultur.....*Peridinium anglicum*

*Peridinium anglicum* mempunyai sel bersaiz lebih kurang 20-32µm. Sel mempunyai banyak kloroplas perang berbentuk cakera. Biasa didapati dalam tasik, kolam, empangan, parit dan plankton.

## CHLOROPHYTA

Kekunci genus dan spesies

- 1 (a) Tumbuhan mikroskopik di dalam bentuk filamen hijau yang bergumpal dan boleh dipegang dengan tangan. Filamen dan cabang menirus beransur-ansur untuk membentuk hujung yang halus.....*Stigeoclonium tenue*

*Stigeoclonium tenue* mempunyai diameter kurang daripada 10µm dan biasanya terlekat di dalam air yang mengalir perlahan.

- (b) Tumbuhan mikroskopik bukan dalam bentuk filamen seperti di atas.....2

- 2 (a) Dinding sel bersegmen dan biasanya mempunyai liang.....3  
(b) Dinding sel tidak bersegmen dan tidak berliang.....7

- 3 (a) Pandangan hadapan sel berbentuk silinder memanjang, lurus, melengkung sedikit atau seperti bulan sabit; panjang sel lebih 5 kali daripada lebar.....4
- (b) Pandangan hadapan sel tidak berbentuk silinder atau melengkung; panjang sel kurang 5 kali daripada lebar ataupun lebar melebihi panjang.....5
- 4 (a) Sel mempunyai sinus. ....(*Pleurotaenium*).....9
- (b) Sel tiada sinus.....(*Closterium*).....10
- 5 (a) Sel dimampatkan pada bahagian dorsal-ventral; sempit pada sisi atau hujung.....(*Staurastrum*).....11
- (b) Sel tidak dimampatkan; pandangan hujung adalah oval-bulat atau seperti jejari.....6
- 6 (a) Semisel mempunyai sekurang-kurangnya satu bahagian muka yang menonjol keluar; hujung semisel ada lekuk.....(*Euastrum*).....14
- (b) Semisel tiada bahagian muka yang menonjol; hujung semisel berbentuk oval, elips atau poligon.....(*Cosmarium*).....15
- 7 (a) Sel tersusun dalam koloni dengan bentuk tertentu.....8
- (b) Sel individu, berpasangan atau dalam kumpulan dan tiada bentuk yang tetap.....*Ankistrodesmus falcatus*

*Ankistrodesmus falcatus* berbentuk fusiform sempit hingga asikulum dengan berpintal di hujung. Mungkin membentuk seberkas 2-4-8 sel. Dijumpai di dalam semua jenis habitat.

- 8 (a) Sel-sel koloni tersusun di dalam sampul berlendir; lendir mengelilingi sel menunjukkan susunan yang berlapis-lapis; sel tanpa pseudosilium.....  
.....*Gloeocystis gigas*

*Gloeocystis gigas* membentuk koloni yang kecil, selalunya sel dalam tetrad (empat) atau sel wujud secara individu. Selalu didapati di dalam air tenang dan di celah tumbuhan akuatik yang tenggelam.

- (b) Sel-sel koloni tidak tersusun di dalam sampul berlendir; sel dengan duri sahaja; sel berbentuk silinder atau elips dan bersambung untuk membentuk satu atau dua barisan.....*Scenedesmus quadricauda*

*Scenedesmus quadricauda* sering didapati dengan taburan meluas. Terdiri daripada 2-4-8 sel dalam satu siri tunggal.



- 9 (a) Sel semakin kecil sedikit daripada bahagian tengah ke hujung; dinding sel punktat, kadang-kadang seperti bergranul kerana ada musilaj; tiada nodul.....*Pleurotaenium ehrenbergii*  
(b) Sel adalah 6-8 kali panjang dari lebar, mengecil sedikit dari bahagian tengah hingga hujung; dinding sel dengan 6-8 lingkaran; ada 6-8 nodul di dalam setiap gegelang.....*Pleurotaenium nodosum* var. *borgie*
- 10 (a) Sel lurus; hujung sel bulat; kloroplas dibahagi dua pada tengah semisel dengan 4 pirenoid aksil.....*Closterium libellula*  
(b) Sel sangat melengkung. Hujung sel trunkat atau melebar bulat, kloroplas dalam bentuk jalur dengan 3-8 pirenoid dalam satu siri.....*Closterium diana*
- 11 (a) Semisel mempunyai lengan.....12  
(b) Semisel tiada lengan.....13
- 12 (a) Ada 2 lengan pada setiap semisel; tiada unjuran.....*Staurostrum tetracerum* var. *tetracerum*  
(b) Ada 2 lengan pada setiap semisel diikuti oleh 2 unjuran keluar pada setiap pepenjuru semisel.....*Staurostrum pinnatum* var. *subpinnatum*
- 13 (a) Tiada bonjolan pada setiap semisel.....*Staurostrum punctulatum*  
(b) Ada 3 bonjolan yang membulat secara pandangan vaf.....*Staurostrum retusum* var. *punctulatum*
- 14 (a) Semisel berbentuk piramid dan bersaiz kecil dengan dasar yang lebar; sinus dalam dan sempit.....*Euastrum obesum*  
(b) Semisel berbentuk piramid dan bersaiz lebih lebar daripada dasar; sinus lurus dan tertutup.....*Euastrum sinuosum*
- 15 (a) Dinding sel licin; ada granul di tepi dinding sel; tiada spina di sudut basal.....*Cosmarium lundelli* var. *circulare*  
(b) Dinding sel berliang; tiada granul di tepi dinding sel; ada spina di sudut basal.....*Cosmarium tagmasterion* var. *africanum* n. var

- 7 (a) Vaf adalah asimetri pada pandangan satah transapeks (heterokutub).....  
.....*Gomphonema gracile*
- Gomphonema gracile* ada vaf berbentuk lanseolat-rombus. Kutub sel berbentuk bonggol, stria terdiri daripada punkta halus, bercorak radial dan selari.
- (b) Vaf adalah asimetri pada pandangan satah apeks (bilateral).....  
.....(*Cymbella*)..... 13
- 8 (a) Rafe ada di kawasan aksial yang telah terubahsuai dan ia adalah jernih dilihat di bawah mikroskop.....(*Frustulia*).....14  
(b) Rafe tidak terdapat di kawasan aksial yang terubahsuai.....9
- 9 (a) Kawasan pusat adalah tebal dan meluas hingga ke sisi vaf dan dikenali sebagai stauros.....(*Stauroneis*).....15  
(b) Tiada struktur stauros dan rekabentuk stria berubah-ubah.....10
- 10 (a) Stria berbentuk seperti struktur alveolus.....(*Pinnularia*).....17  
(b) Stria tidak berbentuk seperti struktur alveolus.....(*Navicula*).....20
- 11 (a) Pseudorafe membentuk kawasan pusat jernih yang berbentuk segiempat; sel menirus ke hujung dan ada struktur bonggol.....  
.....*Synedra ulna* var. *danica*  
(b) Pseudorafe membentuk kawasan pusat yang luas; sel meruncing ke hujung dan tiada struktur bonggol.....  
.....*Synedra rumpens* var. *fragilarioides*
- 12 (a) Dari pandangan girdel, frustul adalah linear dengan hujung membulat.....  
.....*Fragilaria lapponica* var. *lapponica*  
(b) Dari pandangan girdel, sel-sel bercantum di dalam bentuk rantaian kecil  
.....*Fragilaria vaucheriae*
- 13 (a) Hujung sel tirus dan bulat; rafe berdekatan sisi ventral dan lurus; pusat lebar.....*Cymbella ventricosa*  
(b) Hujung sel lonjong dan bulat; rafe di tengah vaf dan melengkung; pusat berbentuk elips.....*Cymbella kolbei*

- 14 (a) Vaf berbentuk elips atau lanselolat; hujung vaf ada struktur tajam seperti paruh.....*Frustulia javanica*  
 (b) Vaf berbentuk lanseolat-rombus; hujung vaf tiada struktur rostrat.....*Frustulia rhomboides*
- 15 (a) Stria adalah terdiri daripada punkta halus dan bercorak selari; ada 22-24 stria di setiap jarak 10 $\mu$ m; panjang sel adalah 18-40 $\mu$ m; lebar sel adalah 3-8 $\mu$ m.....*Stauroneis ignorata* var. *ignorata*  
 (b) Ukuran tidak seperti di atas.....16
- 16 (a) Hujung vaf berbentuk hampir kapitat; kawasan aksial adalah sempit; stauros adalah luas terutama berhampiran dengan sisi vaf.....*Stauroneis anceps* var. *gothica*  
 (b) Hujung vaf berbentuk rostrat; kawasan aksial adalah sempit dan linear; stauros adalah luas; adanya pseudoseptum di hujung vaf .....*Stauroneis smithii* var. *smithii*
- 17 (a) Vaf berbentuk lanseolat.....18  
 (b) Vaf berbentuk linear.....19
- 18 (a) Hujung vaf berbentuk kapitat; kawasan aksial luas dan berbentuk lanseolat.....*Pinnularia braunii* Cl. var. *braunii*  
 (b) Hujung vaf berbentuk rostrat-kapitat; kawasan aksial sempit dan berbentuk elips.....*Pinnularia burkii* var. *burkii*
- 19 (a) Kawasan pusat mempunyai struktur stauros yang lebar hingga ke sisi vaf..*Pinnularia stricta*  
 (b) Kawasan pusat berbentuk elips.....*Pinnularia tabellaria*
- 20 (a) Vaf berbentuk elips atau lanseolat .....21  
 (b) Vaf berbentuk linear.....22
- 21 (a) Panjang sel adalah 13-25 $\mu$ m dan lebar adalah 4-7 $\mu$ m serta mempunyai hujung berbentuk rostrat dan bulat.....*Navicula confervacea* Grun. var. *confervacea*  
 (b) Panjang dan lebar sel adalah berlainan daripada julat di atas .....23

- 22 (a) Kawasan aksial adalah linear dan sempit; tiada penebalan silika.....  
.....*Navicula minima* var. *minima*  
(b) Kawasan aksial dan kawasan pusat ada penebalan silika .....  
.....*Navicula symmetrica* var. *symmetrica*
- 23 (a) Stria terdiri daripada punkta tebal dan kasar serta selari di antara satu sama  
lain; ada 8-10 stria di setiap jarak 10 $\mu$ m.....*Navicula cancellata*  
(b) Stria radial di kawasan pusat dan menumpu di hujung vaf; ada 16-22 stria  
di setiap jarak 10 $\mu$ m .....*Navicula gregaria* var. *gregaria*

### 6.1.5 Ringkasan taksonomi fitoplankton

<b>1. DIVISI</b>	<b>: BACILLARIOPHYTA</b>
<b>KELAS</b>	<b>: BACILLARIOPHYCEAE</b>
a. Order 1	: Fragilariales
Famili	: Fragilariaceae
Sub-famili 1	: Eunotioideae
Genus	: <i>Eunotia</i> Ehrenberg
Spesies	: <i>Eunotia sadetica</i> var. <i>inasa</i>
Sub-famili 2	: Fragilarioideae
Genus 1	: <i>Fragilaria</i> Lyngb.
Spesies	: <i>Fragilaria lapponica</i> Grun. var. <i>lapponica</i> <i>Fragilaria vaucheriae</i> Kuetzing
Genus 2	: <i>Synedra</i> Ehr.
Spesies	: <i>Synedra rumpens</i> var. <i>fragilarioides</i> Grun <i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i> Grunow
Sub-famili 3	: Tabellarioideae
Genus	: <i>Tabellaria</i> Ehr.
Spesies	: <i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz. var. <i>fenestrata</i>
b. Order 2	: Naviculales
Famili 1	: Naviculaceae Kütz.
Genus 1	: <i>Frustulia</i> Rabh. nom. cons., non Agardh
Spesies	: <i>Frustulia javanica</i> Hustedt <i>Frustulia rhomboides</i> de Toni
Genus 2	: <i>Gomphonema</i> Agardh
Spesies	: <i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg
Genus 3	: <i>Navicula</i> Bory.
Spesies	: <i>Navicula cancellata</i> Donkin <i>Navicula confervacea</i> (Kütz.) Grun. var. <i>confervacea</i> <i>Navicula gregaria</i> Donk. var. <i>gregaria</i> <i>Navicula minima</i> Grun. var. <i>minima</i> <i>Navicula symmetrica</i> Patr. var. <i>symmetrica</i>
Genus 4	: <i>Pinnularia</i> Ehr. nom. cons.
Spesies	: <i>Pinnularia braunii</i> (Grun.) Cl. var. <i>braunii</i> <i>Pinnularia burkii</i> Patr. var. <i>burkii</i> <i>Pinnularia stricta</i> Hustedt <i>Pinnularia tabellaria</i> Ehrenberg
Genus 5	: <i>Stauroneis</i> Ehr.
Spesies	: <i>Stauroneis anceps</i> var. <i>gothica</i> Cleve-Euler <i>Stauroneis ignorata</i> Hust-var. <i>ignorata</i> <i>Stauroneis smithii</i> Grun. var. <i>smithii</i>

Famili 2	: Cymbellaceae
Genus	: <i>Cymbella</i> Agardh
Spesies	: <i>Cymbella kolbei</i> Hustedt <i>Cymbella ventricosa</i> Kuetzing
c. Order 3	: Surirellales
Famili	: Surirellaceae
Genus	: <i>Surirella</i> Turpin
Spesies	: <i>Surirella spiralis</i> Kuetzing
<b>2. DIVISI</b>	<b>: CHLOROPHYTA</b>
<b>KELAS</b>	<b>: CHLOROPHYCEAE</b>
a. Order 1	: Chlorococcales
Famili 1	: Oöcystaceae
Genus	: <i>Ankistrodesmus</i> Corda
Spesies	: <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs.
Famili 2	: Scenedesmaceae
Genus	: <i>Scenedesmus</i> Meyen
Spesies	: <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Bréb.
b. Order 2	: Tetrasporales
Famili	: Palmellaceae
Genus	: <i>Gloeocystis</i> Nägeli
Spesies	: <i>Gloeocystis gigas</i> (Kütz.) Lagerh.
c. Order 3	: Zygnematales
Famili	: Desmidiaceae
Genus 1	: <i>Closterium</i> Nitzsch
Spesies	: <i>Closterium diana</i> Ehrenb. <i>Closterium libellula</i> Focke
Genus 2	: <i>Cosmarium</i> Corda
Spesies	: <i>Cosmarium lundelli</i> var. <i>circulare</i> (Reinsch.) Krieg. <i>Cosmarium tagmasterion</i> Scott & Prescott var. <i>africanum</i> n. var
Genus 3	: <i>Euastrum</i> Ehrenb. ex Ralfs.
Spesies	: <i>Euastrum obesum</i> Josh. <i>Euastrum sinuosum</i> Ralfs.
Genus 4	: <i>Pleurotaenium</i> Nägeli
Spesies	: <i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Bréb.) De Bary <i>Pleurotaenium nodosum</i> var. <i>borgie</i>
Genus 5	: <i>Staurastrum</i> Meyen
Spesies	: <i>Staurastrum pinnatum</i> var. <i>subpinnatum</i> (Schm.) W. & G. S. West fa. <i>robustum</i> Krieg. <i>Staurastrum punctulatum</i> Bréb.

*Staurostrum retusum* Turn. var. *punctulatum* Eich. et.  
Gutw.

*Staurostrum tetracerum* var. *tetracerum*

- d. Order 4 : Ulotrichales
- Sub-order : Ulotrichineae
- Famili : Chaetophoraceae
- Genus : *Stigeoclonium* Kützing
- Spesies : *Stigeoclonium tenue* (Ag.) Kütz.

**3. DIVISI : CYANOBACTERIA**  
**KELAS : CYANOPHYCEAE**

- a. Order 1 : Chroococcales
- Famili : Chroococcaceae
- Genus : *Merismopedia* Meyen
- Spesies : *Merismopedia tenuissima* Meyen
- b. Order 2 : Oscillatoriales
- Sub-order : Nostochineae
- Famili : Nostocaceae
- Genus : *Anabaena* Bory.
- Spesies : *Anabaena circinalis* (Kütz.) Rab.

**4. DIVISI : PYRROPHYTA**  
**KELAS : DINOPHYCEAE**

- a. Order : Peridiniales
- Famili 1 : Ceratiaceae
- Genus : *Ceratium* Schrank
- Spesies : *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Schrank
- Famili 2 : Peridiniaceae
- Genus : *Peridinium* Ehrenberg
- Spesies : *Peridinium anglicum* Eddy

Plat 6.1 : Spesies-spesies fitoplankton daripada divisi Bacillariophyta

a : *Navicula cancellata* Donkin

b : *Frustulia rhomboides* de Toni

c : *Gomphonema gracile* Donkin

d : *Pinnularia tabellaria* Ehrenberg

[Skala : 1 bar = 20µm]



Plat 6.1 : Spesies-spesies fitoplankton daripada divisi Bacillariophyta

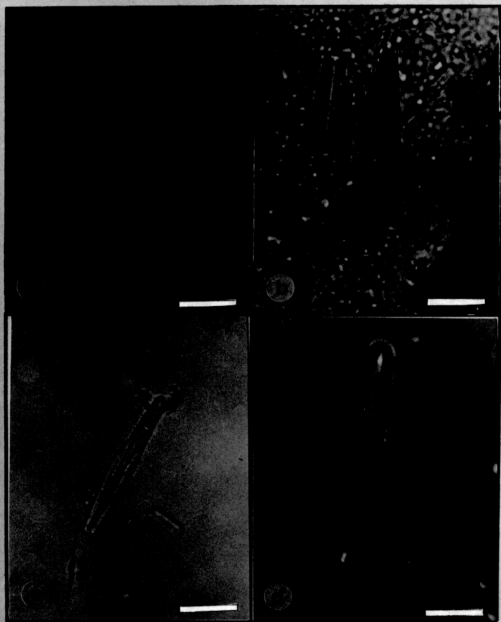
a : *Navicula cancellata* Donkin

b : *Frustulia rhomboides* de Toni

c : *Gomphonema gracile* Donkin

d : *Pinnularia tabellaria* Ehrenberg

[Skala : 1 bar = 20µm]



Plat 6.2 : Spesies-spesies fitoplankton daripada divisi Bacillariophyta

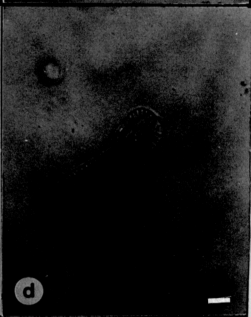
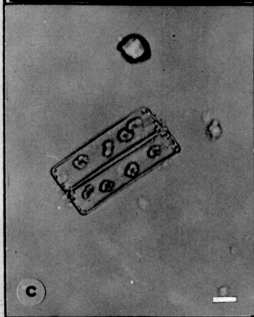
a : *Cymbella kolbei* Hustedt

b : *Cymbella ventricosa* Kuetzing

c : *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. var. *fenestrata*

d : *Surirella spiralis* Kuetzing

[Skala : 1 bar = 10µm]



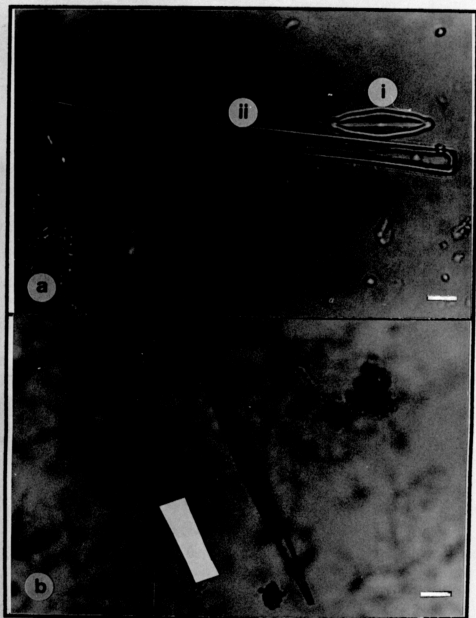
Plat 6.3 : Spesies-spesies fitoplankton daripada divisi Bacillariophyta

a : (i) *Frustulia javanica* Hustedt

: (ii) *Fragilaria vaucheriae* Kuetzing

b : *Synedra ulna* var. *danica* Grunow

[Skala : 1 bar = 20  $\mu\text{m}$ ]



Plat 6.4 : Spesies-spesies fitoplankton jenis desmid daripada divisi Chlorophyta

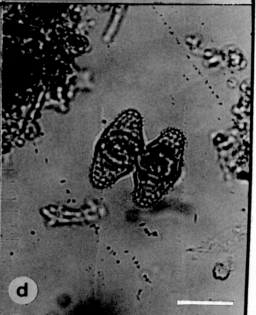
a : *Cosmarium tagmasterion* Scott & Prescott var. *africanum* n. var.

b : *Cosmarium lundelli* var. *circulare* (Reinsch.) Krieg.

c : *Staurastrum pinnatum* var. *subpinnatum* (Schm.) W. & G.S. West fa.  
*robustum* Krieg.

d. *Staurastrum punctulatum* Bréb.

[Skala : 1 bar = 20µm]



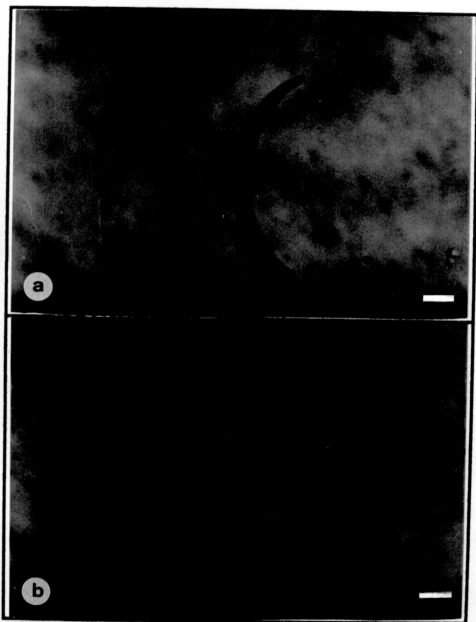


Plat 6.5 : Spesies-spesies fitoplankton jenis desmid daripada divisi Chlorophyta

a : *Closterium diana* Ehrenb.

b : *Closterium libellula* Focke

[Skala : 1 bar = 20µm]

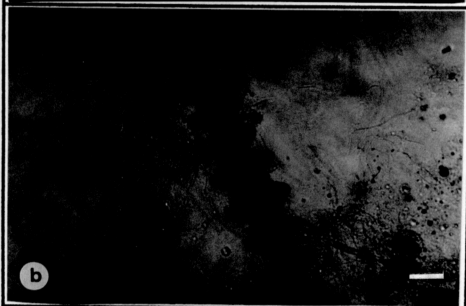
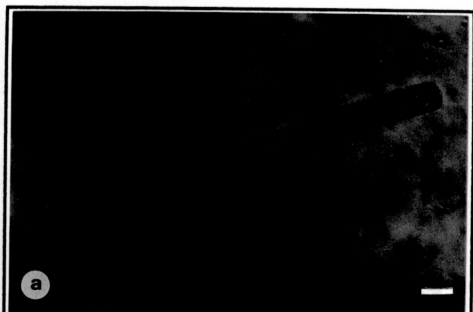


Plat 6.6 : Spesies-spesies fitoplankton jenis desmid daripada divisi Chlorophyta

a : *Pleurotaenium ehrenbergii* (Bréb.) De Bary

b : *Pleurotaenium nodosum* var. *borgie*

[Skala : 1 bar = 20 $\mu$ m]

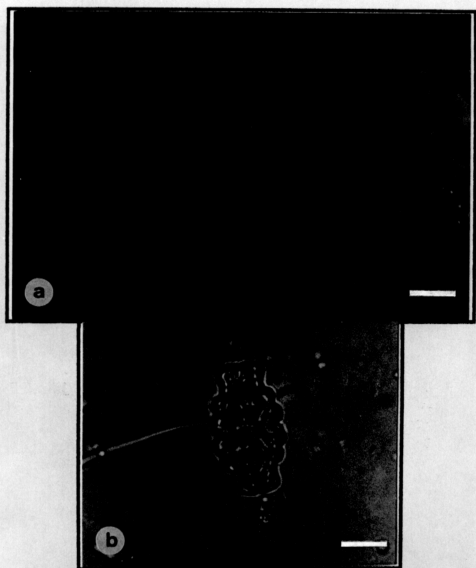


Plat 6.7 : Spesies-spesies fitoplankton jenis desmid daripada divisi Chlorophyta

a : *Euastrum obesum* Josh.

b : *Euastrum sinuosum* Ralfs.

[Skala : 1 bar = 20 $\mu$ m]

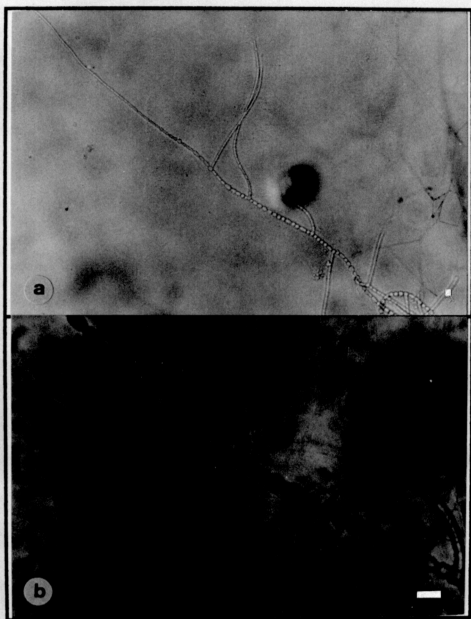


Plat 6.8 : Spesies fitoplankton berfilamen daripada divisi Chlorophyta

a : *Stigeoclonium tenue* (Ag.) Kütz. [Pembesaran : 100x]

b : *Stigeoclonium tenue* (Ag.) Kütz. [Pembesaran : 400x]

[Skala : 1 bar = 10µm]



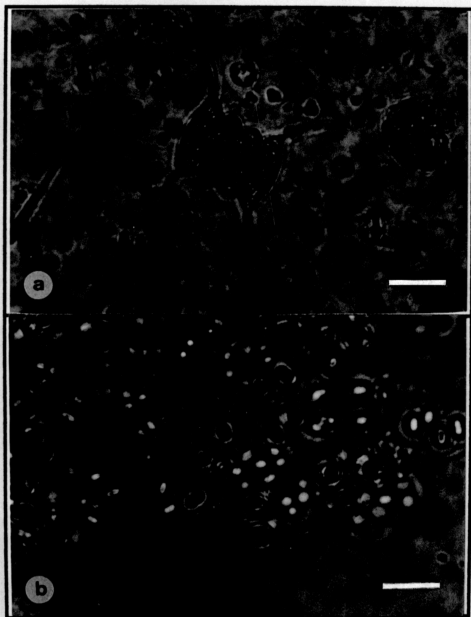


Plat 6.9 : Spesies-spesies fitoplankton berkoloni daripada divisi Chlorophyta

a : *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.

b : *Gloeocystis gigas* (Kütz.) Lagerh.

[Skala : 1 bar = 20µm]

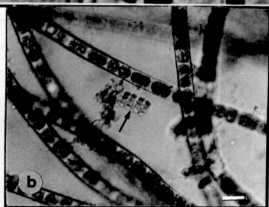
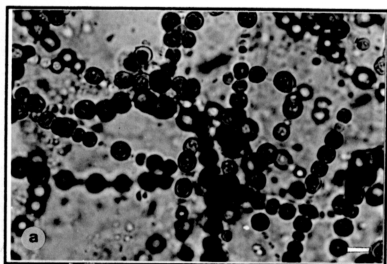


Plat 6.10 : Spesies-spesies fitoplankton daripada divisi Cyanobacteria

a : *Anabaena circinalis* (Kütz.) Rab.

b : *Merismopedia tenuissima* Meyen

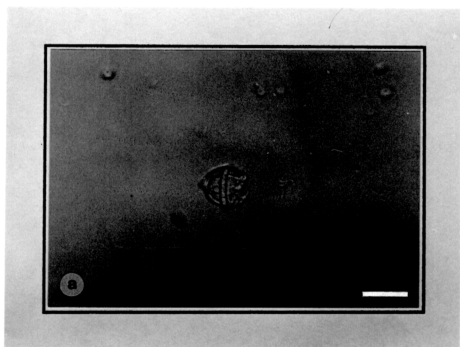
[Skala : 1 bar = 10 $\mu$ m]



Plat 6.11 : Spesies fitoplankton daripada divisi Pyrrophyta

a : *Peridinium anglicum* Eddy

[Skala : 1 bar = 20μm]



### 6.1.6 Kajian Mikroskop Pengimbasan Elektron (SEM)

Spesies diatom daripada divisi Bacillariophyta adalah yang paling dominan di Taman Tasik Shah Alam. Melalui teknik moden penggunaan mikroskop pengimbasan elektron (SEM), permukaan frustul diatom dapat dilihat secara tiga dimensi. Selain itu, kelebihan dan kekuatan teknik ini membolehkan pengesanan spesies diatom dijalankan dengan lebih tepat serta memudahkan kita mengenali satu spesies dengan spesies diatom yang lain daripada genus yang sama. Ini adalah kerana selain daripada pengukuran panjang dan lebar sel diatom dengan lebih tepat; kita juga dapat membuat kiraan bilangan stria pada permukaan sel diatom dengan mudah dan tepat. Malahan, ukiran-ukiran pada vaf diatom seperti punkta, areola, kosta, stria, rafe atau pseudorafe serta dapat dilihat dengan jelas. Penggunaan teknik SEM ini akan lebih memudahkan kita untuk mengesahkan spesies diatom dan menyediakan satu kekunci terutamanya di dalam kajian taksonomi fitoplankton. Sekiranya terdapat beberapa spesies diatom baru yang perlu dicamkan, maka, lebih mudah untuk kita merekodkan ciri-ciri taksonomi spesies ini.

Di dalam kajian ini, perbezaan morfologi diatom dapat dilihat dengan jelas di dalam 5 genus yang terpilih iaitu *Cymbella*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Synedra* dan *Gomphonema*. *Cymbella* mempunyai vaf berbentuk separuh bulat, bulan sabit atau lanseolat dengan hujung sel berbentuk bulat, rostrat atau kapitat. Kawasan aksialnya sempit dan berbentuk lanseolat sementara kawasan pusatnya berbentuk bulat. Terminal pusatnya melengkung ke sisi dorsal dan kutub selnya pula membengkok ke

arah yang tertentu. Strianya terdiri daripada punkta atau areola bercorak radial. Ciri-ciri ini adalah seperti yang telah direkodkan oleh Shamsudin (1991).

*Cymbella kolbei* Hustedt [Plat 6.12(a)] menunjukkan sisi dorsal berbentuk bulat cembung dengan hujung berbentuk lonjong dan bulat. Terdapat rafe yang melengkung di kawasan tengah vaf dengan kawasan aksialnya nipis. Kawasan pusatnya pula berbentuk elips. Ukuran panjang 20-30 $\mu$ m dan lebarnya 9-11 $\mu$ m. Stria terdiri daripada punkta halus, bercorak radial dan berjumlah 11-12 setiap jarak 10 $\mu$ m. Ciri-ciri ini menyamai ciri-ciri yang telah direkodkan oleh Shamsudin (1991).

*Cymbella ventricosa* Kuetzing [Plat 6.12(b)] juga menunjukkan sisi dorsal berbentuk bulat cembung. Kutub selnya pula berbentuk tirus dan bulat dengan sisi ventralnya lurus. Rafenya lurus terletak berdekatan dengan sisi ventral. Kawasan aksialnya pula lebar di bahagian tengah vaf. Ukuran panjang selnya 15-25 $\mu$ m dan lebarnya adalah 5-7 $\mu$ m. Stria terdiri daripada punkta halus, bercorak radial dan berjumlah 14-16 setiap jarak 10 $\mu$ m. Ciri-ciri ini menyerupai ciri-ciri yang telah direkodkan oleh Shamsudin (1991).

Bagi genus *Navicula*, vafnya mempunyai beberapa bentuk yang berbeza-beza daripada hampir bulat hingga kepada bentuk yang lurus. Terdapat juga *Navicula* yang mempunyai bentuk mengembang atau bentuk seakan-akan gelombang. Kedudukan rafe adalah di tengah vafnya; berbentuk bebenang dan lurus. Kawasan aksialnya pula mempunyai keluasan yang tertentu. Strianya terdiri daripada beberapa garisan punkta.



Ciri-ciri ini menyerupai ciri-ciri yang telah direkodkan oleh Patrick dan Reimer (1966).

*Navicula minima* Grun. var. *minima* [Plat 6.13(a)] mempunyai vaf berbentuk linear-elips dengan hujung membulat. Kawasan aksialnya berbentuk linear dan sempit. Ukuran panjang selnya 6-17 $\mu$ m dan lebarnya 2.5-5 $\mu$ m. Stria bercorak radial sepanjang vaf kecuali di kawasan pusat di mana stria agak selari. Terdapat sebanyak 26 stria setiap jarak 10 $\mu$ m. Ciri-ciri ini adalah seperti yang telah direkodkan oleh Patrick dan Reimer (1966).

*Navicula symmetrica* Patr. var. *symmetrica* [Plat 6.13(b)] mempunyai vaf berbentuk linear-lanseolat dengan hujung membulat. Kawasan aksial dan kawasan pusat memperlihatkan penebalan silika. Ukuran panjang selnya 32-35 $\mu$ m dan lebarnya 5-7 $\mu$ m. Stria bercorak radial di sepanjang vaf. Stria di kawasan pusat tidak seragam panjangnya. Terdapat sebanyak 15-17 stria setiap jarak 10 $\mu$ m. Ciri-ciri ini adalah seperti yang direkodkan oleh Patrick dan Reimer (1966).

*Navicula gregaria* Donk. var. *gregaria* [Plat 6.13 (c)] mempunyai hujung berbentuk rostrat dan kapitat. Kawasan aksialnya sempit dan kawasan pusatnya lebih lebar daripada kawasan aksial. Ukuran panjang selnya 15-35 $\mu$ m dan lebarnya 5-9 $\mu$ m. Stria selari di antara satu sama lain tetapi di kawasan pusat, ia adalah radial dan menumpu di hujung vaf. Terdapat sebanyak 16-22 stria setiap jarak 10 $\mu$ m. Ciri-ciri ini juga ditemui di dalam kajian taksonomi oleh Patrick dan Reimer (1966).

*Navicula confervacea* (Kütz.) Grun. var. *confervacea* [Plat 6.13(d)] mempunyai vaf berbentuk lanseolat dengan hujung berbentuk rostrat dan bulat. Kawasan aksialnya semakin sempit di penghujung vaf tetapi melebar di kawasan pusat berbentuk lanseolat. Ukuran panjang selnya 13-25 $\mu$ m dan lebarnya 4-7 $\mu$ m. Stria bercorak radial sepanjang vaf. Ciri-ciri ini adalah sama dengan ciri-ciri yang ditemui oleh Patrick dan Reimer (1966).

*Pinnularia* mempunyai vaf berbentuk elips dengan hujung vafnya berbentuk bulat, kuneat, rostrat atau kapitat. Rafe di garisan tengah vafnya mempunyai bentuk yang berbeza daripada bentuk bebenang hingga bentuk lebar serta kompleks. Pada permukaan vaf, dapat dilihat dengan jelas terminal pusat dan terminal kutub rafe. Stria terdiri daripada kosta yang halus atau kasar dalam susunan radial atau selari. Shamsudin (1991) juga telah merekodkan ciri-ciri taksonomi ini.

*Pinnularia stricta* Hustedt [Plat 6.14] mempunyai vaf linear dengan sisi lurus. Bahagian kutubnya pula berbentuk bulat dan lebar. Terdapat rafe yang lurus di sepanjang vaf. Rafe terminalnya berbentuk seakan-akan mata kail dan membengkok menunjuk arah yang sama. Kawasan aksialnya sempit dan di kawasan pusat terdapat suatu struktur stauros yang melebar hingga ke sisi vafnya. Ukuran panjang selnya 18-30 $\mu$ m dan lebarnya 6-7 $\mu$ m. Stria terdiri daripada kosta yang selari sepanjang vaf tersebut seperti yang telah direkodkan oleh Shamsudin (1991).

Bagi genus *Synedra*, vafnya mempunyai beberapa bentuk yang tertentu seperti linear dan lanseolat serta hujung vafnya mempunyai beberapa bentuk yang tertentu.

Kawasan aksialnya pula sempit dan kawasan pusat mempunyai bentuk seperti bulat atau segiempat selari seperti yang terdapat di dalam ciri-ciri yang direkodkan oleh Shamsudin (1991).

*Synedra ulna* var. *danica* Grunow [Plat 6.15] mempunyai vaf linear lanseolat dengan hujung yang menirus dan ada struktur bonggol. Terdapat struktur pseudorafe yang sempit dan jelas kelihatan kawasan jernih berbentuk segiempat. Jelas kelihatan struktur strianya; berjumlah 9-10 setiap jarak 10µm. Ciri-ciri ini adalah seperti yang telah direkodkan oleh Shamsudin (1991).

Genus *Gomphonema* pula, vafnya berbentuk kuneat (seakan-akan bentuk baji), lanseolat atau satu daripada bahagian kutub selnya lebih lebar. Terdapat rafe di bahagian tengah vaf dan struktur nodul di kutub selnya. Kawasan aksialnya pula sempit dan lurus dengan kawasan pusat yang lebar. Jelas kelihatan struktur lubang atau satu bentuk titik di kawasan pusatnya. Struktur strianya pula bercorak radial atau selari seperti di dalam kajian taksonomi oleh Shamsudin (1991).

*Gomphonema gracile* Ehrenberg [Plat 6.16] mempunyai vaf berbentuk lanseolat-rombus, isokutub dengan kutub selnya berbentuk bonggol. Jelas kelihatan kawasan aksial linear dan sempit serta kawasan pusat berbentuk bulat. Di sisi kawasan pusat terdapat struktur berbentuk lubang kecil yang berasingan. Ukuran panjang selnya 40-50µm dan lebarnya 8-10µm; strianya terdiri daripada punkta halus yang bercorak radial atau hampir selari seperti di dalam kajian taksonomi oleh Shamsudin (1991).

Plat 6.12: Diatom di kawasan kajian

a : *Cymbella kolbei* Hustedt

b : *Cymbella ventricosa* Kuetzing

Anak panah:

1: Sisi dorsal bulat cembung

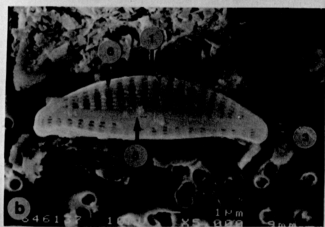
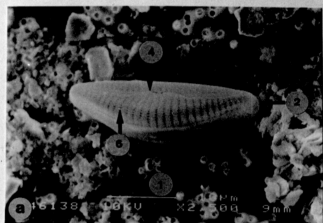
2: Hujung lonjong dan bulat

3: Hujung tirus dan bulat

4: Rafe melengkung di tengah vaf

5: Rafe lurus

6: Stria bercorak radial





Plat 6.13: Diatom di kawasan kajian

a : *Navicula minima* Grun. var. *minima*

b : *Navicula symmetrica* Patr. var. *symmetrica*

Anak panah:

1: Vaf linear-elips

2: Vaf linear-lanseolat

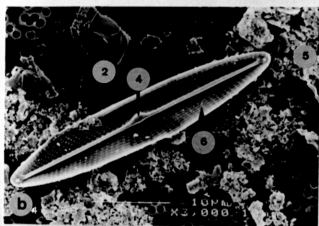
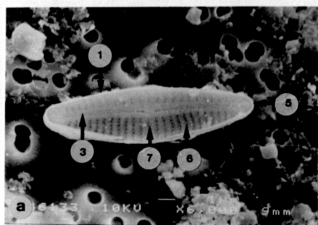
3: Kawasan aksial linear dan sempit

4: Kawasan aksial dan kawasan pusat ada penebalan silika

5: Hujung bulat

6: Stria bercorak radial

7: Stria agak selari di kawasan pusat





Plat 6.13 (Sambungan): Diatom di kawasan kajian

c : *Navicula gregaria* Donk. var. *gregaria*

d : *Navicula confervacea* (Kütz.) Grun. var. *confervacea*

Anak panah:

1: Hujung rostrat dan kapitat

2: Hujung rostrat dan bulat

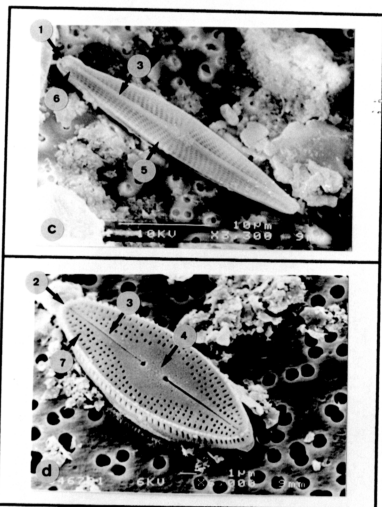
3: Kawasan aksial sempit

4: Kawasan pusat melebar dan berbentuk lanseolat

5: Stria radial di kawasan pusat

6: Stria menumpu di kutub sel

7: Stria bercorak radial



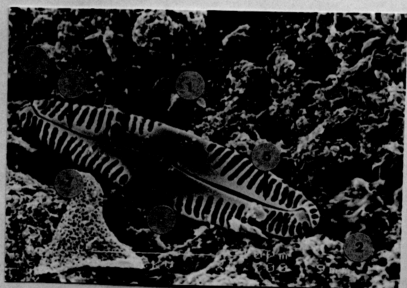


Plat 6.14: Diatom di kawasan kajian

*Pinnularia stricta* Hustedt

Anak panah:

- 1: Vaf linear dengan sisi lurus
- 2: Kutub bulat dan lebar
- 3: Rafe lurus
- 4: Rafe terminal seperti mata kail dan  
membengkok menunjuk arah yang  
sama
- 5: Kawasan aksial sempit
- 6: Struktur stauros di kawasan pusat
- 7: Kosta



Plat 6.15: Diatom di kawasan kajian

*Synedra ulna* var. *danica* Grunow

Anak panah:

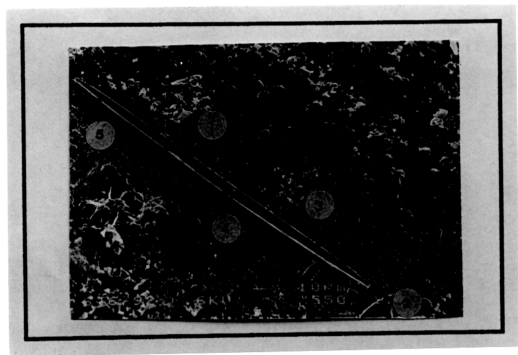
1: Vaf linear-lanseolat

2: Hujung menirus dan ada struktur bonggol

3: Pseudorafe sempit

4: Kawasan jernih berbentuk segiempat

5: Stria







Plat 6.16: Diatom di kawasan kajian

*Gomphonema gracile* Ehrenberg

Anak panah:

1: Vaf lanseolat-rombus

2: Kutub berbentuk bonggol

3: Kawasan aksial linear dan sempit

4: Kawasan pusat bulat

5: Lubang kecil

6: Stria

